

УДК 5.519.2

## ВАЛЮТНЫЙ РЫНОК КАК ГЕНЕРАТОР СЛОЖНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Балдыков В.П.,

научный руководитель канд. техн. наук Даничев А.А.  
*Институт космических и информационных технологий  
Сибирского федерального университета*

Временной ряд (или ряд динамики) - собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчётом, также допустимо называть его уровнем на указанный с ним момент времени. Во временном ряде каждому отчету должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку. Временной ряд существенно отличается от простой выборки данных, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем.

Анализ временных рядов - совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для выявления структуры временных рядов и для их прогнозирования. Сюда относятся, в частности, методы регрессионного анализа. Выявление структуры временного ряда необходимо для того, чтобы построить математическую модель того явления, которое является источником анализируемого временного ряда. Прогноз будущих значений временного ряда используется для эффективного принятия решений.

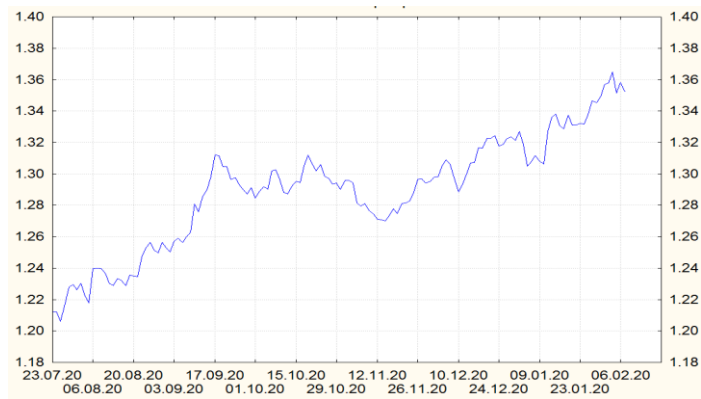
В реальных исследованиях выявление структуры временного ряда может оказаться сложной задачей. Более того, целью исследования могут быть не временные ряды как таковые, а некоторые расчетные по ним значения. Таким образом, актуален поиск источника данных, для проверки математико-статистических методов анализа.

В качестве постоянного генератора данных нам интересен валютный рынок «Forex». Валютный рынок дает возможность исследовать не только цены открытия валютной пары. Известны некоторые модели движения валют в зависимости от времени, но рынок постоянно меняется. До кризиса 2008 года он был более спокоен, поддавался волновым теориям, которые легко отслеживались. На сегодняшний день большая часть этих моделей не работает, рынок делает все больше непредсказуемых движений.

Интересна является возможность подтверждения неработоспособности старых моделей (закономерностей) рынка, подтверждение существующих и создание (поиск) новых.

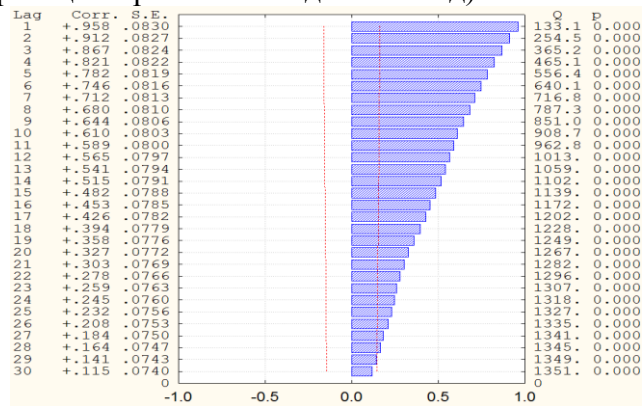
В исследовании используется программный пакет для статистического анализа «Statistica», в котором уже имеется модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС), анализ Фурье и другие модели.

В данной статье проведен анализ трендового участка рынка: цены открытия дня валютной пары евро/доллар за 6 месяцев. На рисунке 1 представлен график исходных данных, на котором четко выражается тренд, но есть и выход из него.



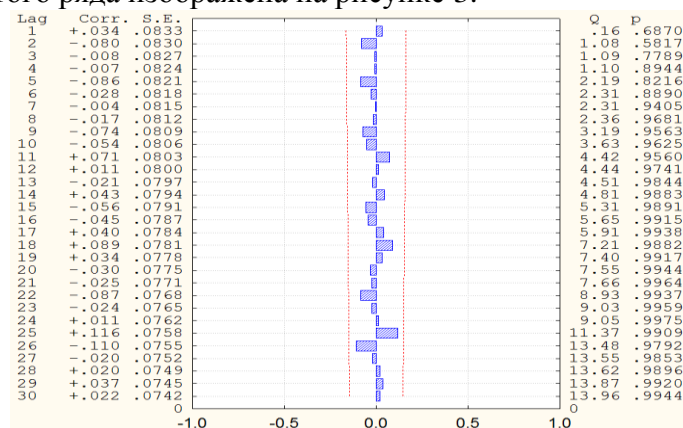
**Рисунок 1 - График исходных данных.**

Автокорреляция исходных данных изображена на рисунке 2. График имеет тенденцию затухания, следовательно, существует тренд (для логарифмированных данных график автокорреляции принимает подобный вид).



**Рисунок 2- Автокорреляция исходных данных.**

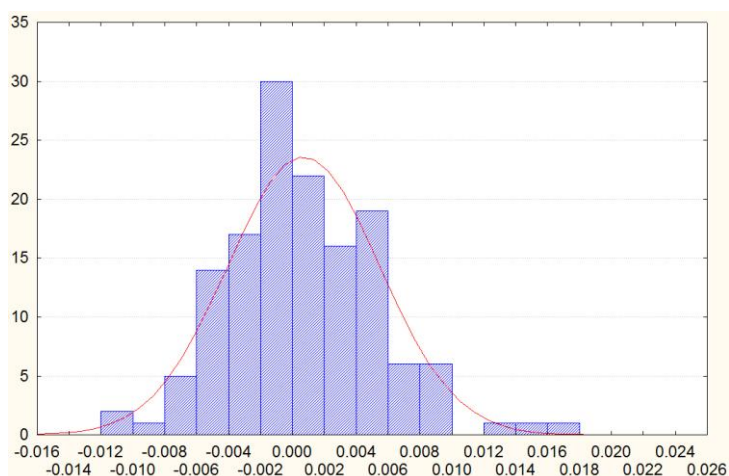
Применив разность первого порядка, получаем стационарный ряд. Автокорреляция этого ряда изображена на рисунке 3.



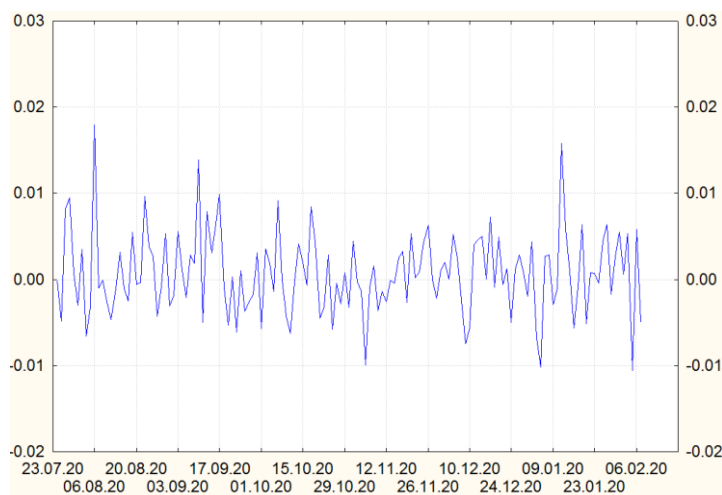
**Рисунок 3 - Автокорреляция стационарного ряда.**

Для анализа адекватности модели исследуют остатки, состоящие из разницы исследуемых значений и значений, полученных в ходе прогнозирования с помощью полученной модели. На рисунке 4 представлена гистограмма остатков, которая

аппроксимируется нормальным законом распределения, что является признаком адекватности построенной модели. На рисунке 5 изображены остатки, напоминающие белый шум.



**Рисунок 4 - Гистограмма остатков.**

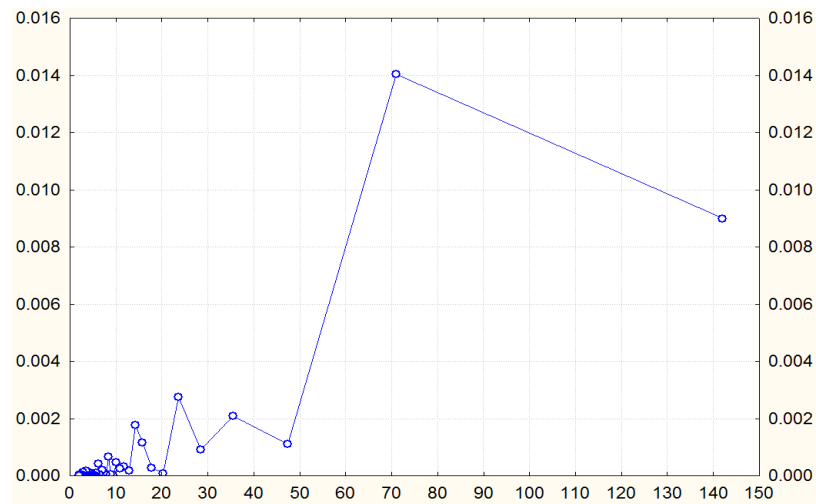


**Рисунок 5 - Остатки.**

Модель АРПСС убедительно показала, что из закономерностей присутствует только тренд, без сезонных, суточных и иных периодичных составляющих.

Воспользуемся другим инструментом для анализа временных рядов - спектральным анализом Фурье.

Так как визуально наблюдается тренд, можно рассматривать динамику роста валютной пары как процесс, имеющий регулярную сезонную составляющую. Для нахождения такого рода периодичностей используется спектральный анализ (рис. 6).



**Рисунок 6 - Спектральный анализ Фурье.**

Узкие пики на графике говорят о наличии регулярных циклов, широкие - о наличии нерегулярных циклов. График служит подтверждением, что в ряду наблюдается тренд с переменным периодом.

Противоречивые выводы двух классических методов анализа временных рядов говорят о нетривиальности данных.

В заключении можно сказать, что валютный рынок «Forex» вполне подходит в качестве постоянного генератора данных для тестирования существующих и разработки новых методов анализа сложных временных рядов.